

# Descifrarea codului Morse

SIMION RUXANDRA

*GMRV, Universitatea Politehnica București*

## 1. INTRODUCERE

Codul Morse a schimbat modul de a comunica, fiind, la timpul invenției sale, cea mai rapidă formă de comunicare pe distanțe lungi. Înainte de inventarea codului Morse și a telegrafului, mesajele erau încă scrise de mână și transportate de mesageri.

Creat de către Samuel Morse pe la mijlocul anilor 1830 pentru a fi folosit la transmiterea informației cu ajutorul unui telegraf electric, alfabetul Morse a fost folosit pe scară largă începând cu perioada timpurie a comunicațiilor radio. [7]



FIG. 1. ALFABETUL MORSE

Primul mesaj transmis în cod Morse, *What hath God Wrought* (trad. *Ce lucruri mari a făcut Dumnezeu - Numeri 23:23*), în timpul unei demonstrații asistate de membrii Congresului American, a fost transmis dinspre Capitoliul S.U.A. către o stație de cale ferată din Baltimore, Maryland și telegrafiat înapoi un minut mai târziu. [7]

Codurile Morse atribuite fiecărei litere, cifre sau numărului restrâns de semne de punctuație în funcție de frecvența acestora în text: astfel litera *E* are cel mai scurt semnal, un punct.

Standardul internațional pentru codul Morse prevede faptul că lungimea semnalului unei linii este egală cu lungimea semnalului a trei puncte, pauza dintre semnalele care intră în componența aceași litere este egală cu lungimea semnalului unui punct, pauza dintre două litere este egală cu lungimea semnalului a trei puncte, iar pauza dintre două cuvinte este egală cu lungimea semnalului a șapte puncte. [6]

În 1901, fizicianul Guglielmo Marconi, reușește să facă prima transmisie radio transatlantică. Mesajul - semnalul codului Morse pentru litera *S* - s-a deplasat la mai mult de 3,500 km distanță, de la Poldhu din Cornwall, Anglia, până la Newfoundland, Canada. Aparatura wireless creată de către inventator era proiectată să transmită mesaje în codul Morse.



FIG. 2. GUGLIELMO MARCONI ÎN CAMERA WIRELESS A ÎAHTULUI SĂU ELECTRA

Această nouă invenție va fi utilizată pentru următorii aproximativ 150 de ani în transmiterea informațiilor, mai ales în marină, dar și în aviație.

## 2. UTILIZARE

Celebrul vas de croazieră Titanic era dotat cu unul dintre cele mai noi și performante sisteme wireless ale momentului. Dacă la începutul călătoriei, pasagerii de primă clasă utilizau rețeaua wireless pentru transmiterea mesajelor către rude și prieteni, în data de 14 aprilie 1912, după lovirea unui aisberg de mare adâncime, cei doi ofițeri radio de la bordul navei au trimis neîncetat semnalele *CQD* (anterior utilizat pentru situații de urgență) și *SOS*. Din nefericire, operatorul de pe cel mai apropiat vas adormise și nu a auzit apelul. Cu toate acestea, semnalele de pericol au fost auzite de ambele părți ale Atlanticului, precum și de Carpathia SS, care se afla la aproximativ 93 km distanță, vas care a și ajuns în zonă la o oră și douăzeci de minute după scufundarea Titanicului, și a preluat supraviețuitorii.

În timpul celui de-al Doilea Război Mondial, codul Morse a servit ca mijloc rapid de comunicare între navele de război și bazele lor, în vederea oferirii informațiilor critice. De asemenea, a fost folosit de avioanele de război pentru a detalia sediul central locațiile bazelor, navelor, și trupelor inamice. [7]

Codul Morse încă permite ca navele să comunice pe mare, la distanțe lungi, folosind lumini de mari dimensiuni, cât și de semnale radio, deși majoritatea beneficiază în prezent de radare de navigație. Este utilizat în continuare, de asemenea, în operarea navelor aerospațiale, ca sistem de rezervă când alte metode de comunicare mai moderne și complexe eșuează, deoarece se poate exprima doar în frecvență, și reprezintă un standard internațional, înțeles de toți operatorii, indiferent de țara sau continentul pe care se află.

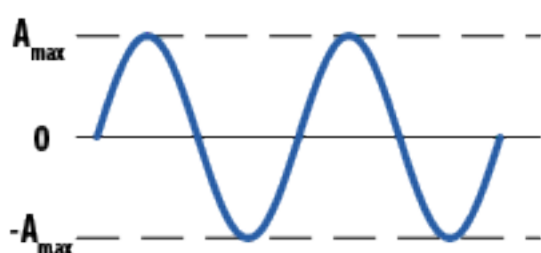
O serie de articole și publicații [1], [2], [3], [5] au văzut în codul Morse potențialul mare de comunicare pe care acesta îl reprezintă pentru persoanele cu dizabilități. Au fost realizate și testare prototipe și dispozitive ce exploatează simțul tactil pentru perceperea informației; sau care se bazează pe controlul respirației pentru simularea punctelor și liniilor; pe analiza clipitului în cazul persoanelor ce suferă de paralizie generală, ținând cont că aceasta este unica mișcare controlată pe care acestea o pot realiza.

### 3. ALGORITM PENTRU DECODIFICAREA SEMNALELOR MORSE SONORE

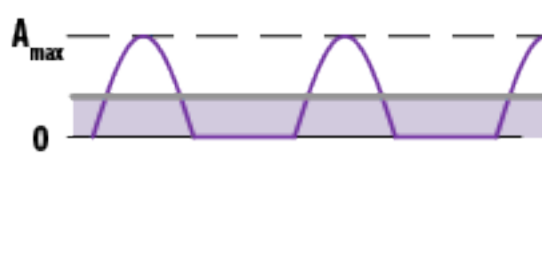
După cum a fost prezentat și în prima secțiune a acestei lucrări, codul Morse este compus din elementele de bază punct și linie, și intervalele de timp ce despart aceste elemente. Astfel, doar decodificarea unui semnal Morse poate fi realizată doar cunoscând forma acestuia, precum și codurile corespunzătoare caracterelor alfabetului.

Prelucrarea semnalului inițial în vederea decodării constă în aplicarea a două filtre, în vederea obținerii conturului semnalului: filtrul redresor cu jumătate de undă și filtrul trece.

Filtrul redresor cu jumătate de undă (half wave rectifier filter) reduce o parte din zgomot și elimină semnalul de amplitudine negativă, păstrându-l doar pe cel de amplitudine pozitivă, semnalul primit fiind unul simetric.



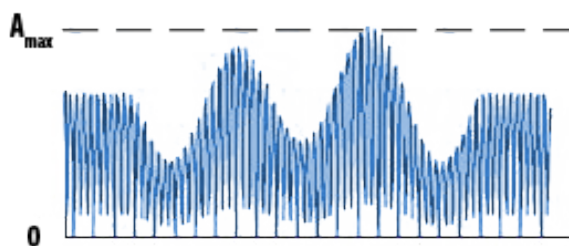
Forma undei la intrare



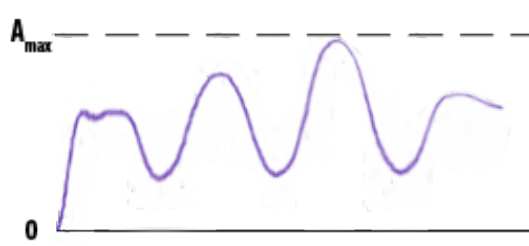
Forma undei la ieșire

FIG. 3. FILTRUL REDRESOR CU JUMĂTATE DE UNDĂ

Filtrul trece jos (slow-wave filter) aplicat pe semnalul obținut are ca rezultat obținerea conturului semnalului. Mai apoi, se aplică o valoare de prag threshold asupra acestui semnal, graficul obținut fiind chiar o reprezentare grafică a caracterelor în cod Morse.



Forma undei la intrare



Forma undei la ieșire

FIG. 4. FILTRUL TRECE JOS PENTRU DETERMINAREA CONTURULUI UNEI UNDE

Se elimină apoi valorile de pe grafic corespunzătoare lui 0, și se identifică și înlocuiesc finalul semnalului cu -2, pauzele cu -1, semnalele scurte cu 1 și cele lungi cu 2, urmând apoi să se compare elimine pauzele și să se compare valorile obținute dintre două pauze cu valorile cunoscute pentru fiecare caracter. [4]

## 4. REZULTATE

Cel mai recunoscut semnal de alertă la nivel internațional, transmis în codul Morse, este SOS. Literele alese pentru acest semnal nu reprezintă abrevierea niciunei înălțuri de cuvinte, însă s-a optat pentru acest semnal deoarece este ușor de memorat și transmis în codul Morse: S este reprezentat de trei puncte, iar O de trei linii.

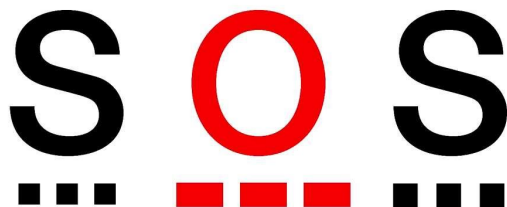


FIG. 5. REPREZENTAREA SEMNALULUI DE ALARMĂ SOS

În mod demonstrativ pentru testarea algoritmului prezentat, s-a ales ilustrarea procesului de decodificare asupra acestui semnal.

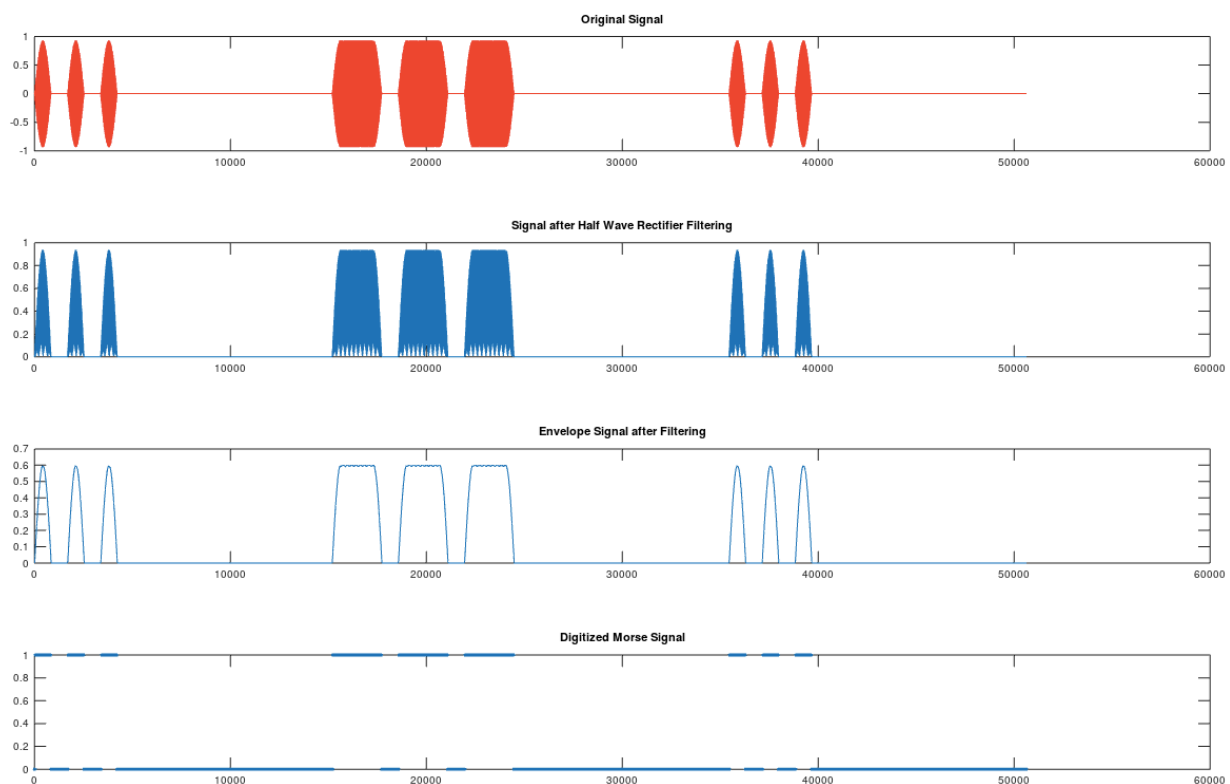


FIG. 6. FORMA SEMNALULUI SOS, FORMA SEMNALULUI SOS DUPĂ APLICAREA FILTRULUI REDRESOR CU JUMĂTATE DE UNDĂ, CONTURUL SEMNALULUI SOS ȘI GRAFICUL OBTINUT DUPĂ APLICAREA VALORII DE THRESHOLD

Pentru semnale Morse alcătuite din caractere cunoscute, s-a reușit refacerea conținutului inițial în caractere aparținând dicționarului englez.

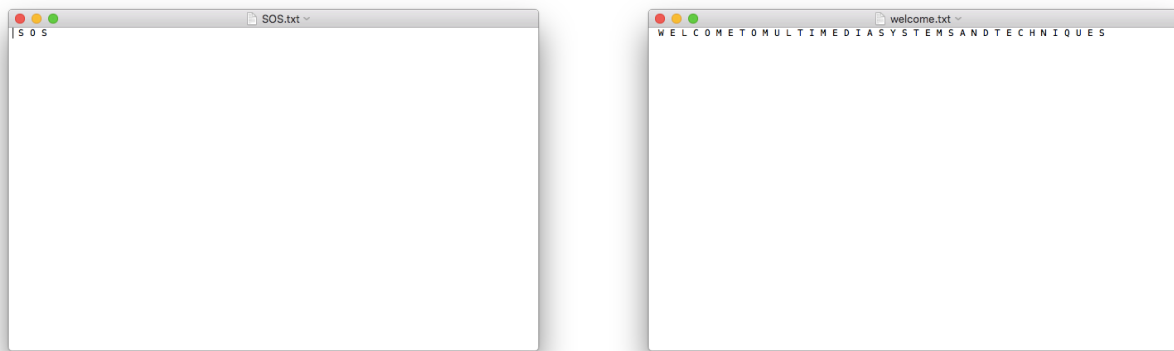


FIG. 7. CONȚINUT DECODIFICAT

S-au realizat și teste folosind un semnal SOS cu zgomot gaussian adăugat și cu un semnal sinusoidal intercalat între caracterele originale ale semnalului. Deși s-a reușit obținerea semnalului original în multe dintre teste, nu s-a reușit obținerea rezultatului corect 100% din timp, cel mai probabil din cauza zgomotului adăugat aleatoriu.

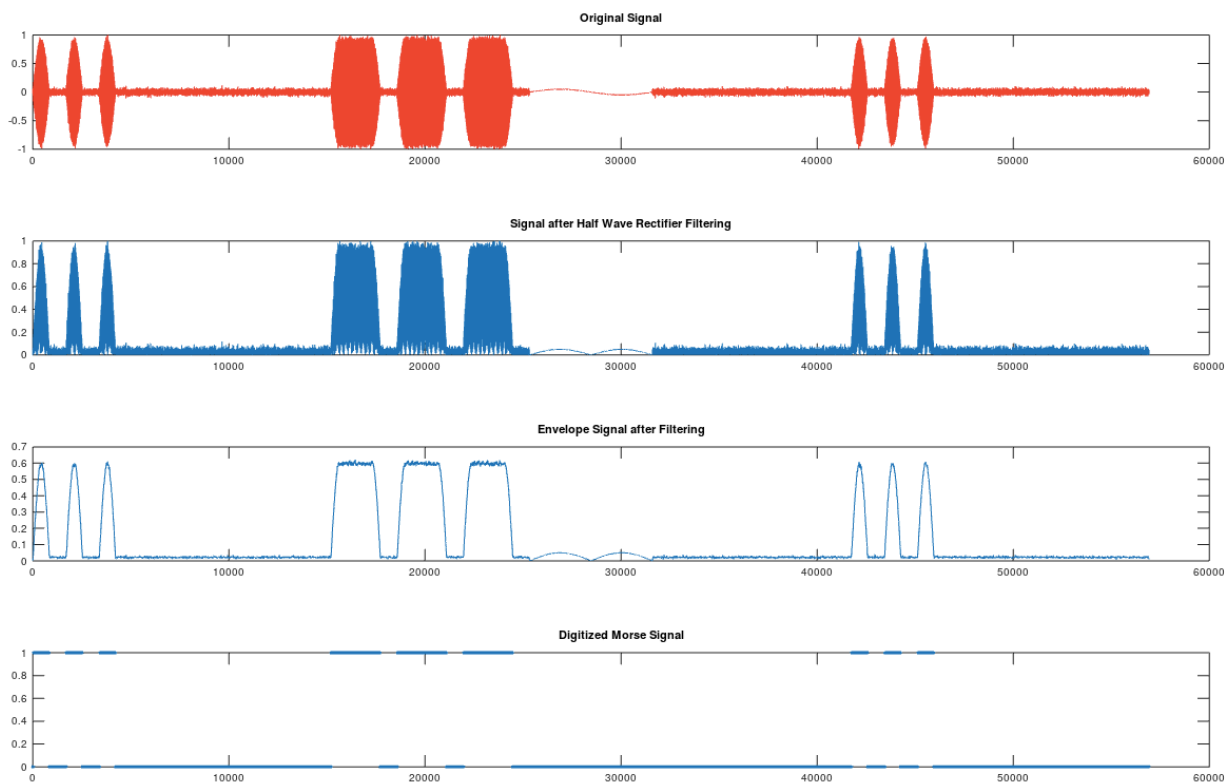


FIG. 8. TEST EFECTUAT ASUPRA SEMNALULUI SOS, CU ZGOMOT GAUSSIAN ȘI UN SEMNAL SINUSOIDAL NEDECODIFICABIL ÎNCORPORATE

## 5. CONCLUZIE

Algoritmul anterior prezentat se bucură de obținerea unor rezultate foarte bune pentru semnalele fără zgomot și de rezultate medii în cazul semnalelor cu zgomot gaussian sau care prezintă adăugarea unor forme de undă ce nu corespund niciunui caracter din codul Morse.

Deși în prezent codul Morse nu mai este utilizat la scară largă de altădată, acesta este încă folosit când mijloacele moderne de telecomunicație nu funcționează din varii motive, iar descifrarea corectă și rapidă a semnalelor primite poate fi vitală. De asemenea, potențialul mare pe care îl prezintă din punct de vedere medical, pentru a reda persoanelor ce suferă de handicap major posibilitatea de a comunica persoanelor din jur informații, face existența unor algoritmi capabili de a descifra coru Morse necesară.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Bhagat, Ms Rasika J., S. S. Dorle, and Rahul Agrawal. "Review paper on Implementation of Communication Model for Paralyzed patient using Non-invasive technique."
- [2] Tan, Hong Z., et al. "Reception of Morse code through motional, vibrotactile, and auditory stimulation." *Perception & psychophysics* 59.7 (1997): 1004-1017.
- [3] Wu, C-M., and C-H. Luo. "Morse code recognition system with fuzzy algorithm for disabled persons." *Journal of medical engineering & technology* 26.5 (2002): 202-207.
- [4] Xuan, Shao, and Yong De Zhang. "Design of Morse-code Decoder with Filtering and Fault Correction Function Based on MATLAB." *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition* 8.10 (2015): 213-220.
- [5] Shah Dilbaghi, Arsh. "Talk with your NOSE: 16-year-old invents gadget that translates breaths into Morse code to help disabled people communicate". Available online (2014): <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2756713/Talk-NOSE-16-year-old-invents-gadget-translates-breaths-Morse-code-help-disabled-people-communicate.html>
- [6] "International Morse code" International Telecommunication Unit. Available online (2009): [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1677-1-200910-!!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1677-1-200910-!!!PDF-E.pdf)
- [7] "Morse Telegraph History - a summary of how the Morse telegraph was developed and was introduced initially in the USA and then globally.". Available online (2018): <https://www.electronics-notes.com/articles/history/morse-code-telegraph/telegraph-history.php>